Über die Bedeutung der Waldstreu für den Wald

Heinrich Hanstein

Diese Schrift fand allgemein dienstliche Vertheilung durch die Ober-Forst- und Domainenbehörden im Königreich Hannover und Grosherzogthum Hessen, neben amtlicher Abgabe in anderen Staaten.

In der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Würzburg war die Frage aufgestellt: „In welchem Verhältniss steht die Abnahme des Rohertrags einer gegebenen Bodenfläche mit der Masse der Laub und Nadelentnahme?“ und wurde diese Frage von Hrn. Professor Dr. F r a a s eingeleitet*).

Zunächst wird ein Rückblick gegeben. Schon auf der Versammlung in Karlsruhe 1838 wurde die Frage über die Beziehungen von Waldstreubezug und Holzertragsverminderung von Oberforstrath von Wedekind eingehend erörtert und auf den folgenden Versammlungen der Land- und Forstwirthe taucht die Frage immer wieder auf; von vielen Forstwirthen wurde auf Anstellung comparativer Versuche hingewiesen, von andern aproximative Berechnungen des Nachtheils, der dem Walde- und Holzzuwachse zugefügt werde, aufgestellt. Bei fortdauerndem Streuentzuge müsse die Streunutzung aufhören, weil eben der Producent, der Wald, verhungern müsse.

„Mit diesem“ fährt Professor F r a a s fort“ nun und gegenüber dem allmähligen Verhungern — sind wir an der Pforte unserer Verhandlung, d i e o f f e n b a r e i n C a p i t e l d e r m o d e r n e n L e h r e v o n E r s c h ö p f u n g u n d E r s a t z b i l d e t, nahegekommen und wagen uns auch sofort an unsere Aufgabe.“ „Die aufgestellte Frage über Minderung des Holzzuwachses aus Entnahme von Holznahrung durch Waldstreubezug lässt sich allerdings durch anzustellende comparative Versuche am sichersten lösen. Sie werden voraussichtlich lange Zeit brauchen, sie werden auch mit allen Apparaten der Naturforschung unserer Tage ange-

*) Die Ausführungen des Herrn Professor Dr. F r a a s sind aus dem amtlichen Tageblatt der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe abgedruckt. H.

stellt werden müssen, um so viel als möglich exact zu sein, sie werden Geld kosten und vor Allem Ausdauer nach festgesetztem Plane."

„Mit Bedauern muss indess gesagt werden, dass unseres Wissens die Forstwirthschaft weder an ihren Schulen, noch an eigenen Stationen, solche Anstalten zu comparativen Versuchen, welche ihre Naturwissenschaft, die der Waldbilder aufhellen könnten, besitzt. Es ist bekannt, dass die Landwirthschaft deren viele aufweisen kann."

„Bis aber, die nach Lage, Boden, Klima, Alter, Bestand, Art verschiedenen Versuchen mit einer vielleicht 20—30 jährigen Dauer durchgeführt sein werden, wird es erspriesslich sein, die neuen Lehren von Erschöpfung und Ersatz und zwar mit Rücksicht auf die Waldstreu auch auf den Wald anzuwenden, um vorher eine Leuchte wie sie ja die Theorie sein soll, zu haben, ehe noch der Versuch selbst spricht."

Prof. Fraas gibt sodann eine Berechnung der Grösse des Entzugs bei Wegnahme von Holz und Laub d. h. von jungen Blättern und fährt fort

„Man kann sich also denken, welcher gewaltige Kraftentzug durch Holz und Streuwegnahme dem Boden erwächst, und es ist klar, dass ein solcher, wenn er 2—3mal abgeholzt ist und die Streu ihm entzogen ward, auch im besten Falle verarmen muss. Die nicht seltenen Krüppelbestände liefern Beweis genug und die Landwirthe sind offenbar nicht die einzigen „Räuber" im Haushalt der Natur."

„Es ist klar, dass auf einem nur etwas armen Boden — und das soll ja in den meisten Fällen der absolute Waldboden sein — weder Holz noch Streu ohne Ersatz genommen werden darf."

„Und die Forstwirthe nehmen Holz und zeitweise Streu ohne Ersatz!"

„Zum Glück stellt sich in Folge neuerer Analysen die Frage günstiger."

„Man fand nämlich, dass die unorganisch nährenden Stoffe der Blätter der Bäume und perennirenden Pflanzen überhaupt vor ihrem Abfalle wieder in den Stamm, der die Zweige, in das Rhizom oder die Wurzel zurück-

kehren und das abgefallene Laub weitaus nicht mehr so viel nährende Bestandtheile enthält, als das frische im Frühling."

„Aber der Forstmann gewinnt dabei doch nicht sehr viel, sofern er ja das Holz selbst entfernt — und gerade im Winter, wo es das Depot der Blattnahrung ist."

„Doch soviel wird klar, dass der Forstwirth mit einer verhältnissmäsisg geringen Menge von pflanzennährenden Stoffen wirthschaftet. Alljährlich kommen im Frühjahre die vom Vorjahre aus den Blättern in den Stamm zurückgetretenen Stoffe wieder neu in Activa, vermehren sich durch neu aus der Wurzel hinzukommende — bilden Blätter und organsiche Substanz, bis im nächsten Herbste dasselbe Spiel beginnt, so dass der Forstmann in seinen grossen Bäumen eigentlich mehr Pflanzennahrung aufgespeichert hat, als im Boden. Durch Entfernung des Holzes und noch mehr der Samen aber erschöpft er den Boden am meisten, — der jährliche Entgang in den natürlich abfallenden Blättern ist nur gering."

„Im November vom Baum, an dem sie noch hingen, genommene Buchenblätter enthielten nur den 29. Theil an Kali, und den 12. Theil an Phosphorsäure gegenüber den im Mai von demselben Baum genommenen."

Prof. Fraas gibt nun eine Berechnung, wonach der Laubentzug auf $\frac{1}{10}$ der Holzmasse in Bezug auf Aschenbestandtheile berechnet wird, wobei Blätter mit 7 Proc. Asche und in 140 Ctnr. $1\frac{1}{2}$ Ctnr. Kali und 3 Ctnr. Phosphorsäure berechnet sind, während doch nur das dürre abgefallene Laub als Waldstreu angesehen wird, wodurch selbstverständlich der folgende Satz seine Bedeutung verlieren muss. Derselbe lautet: „Theoretisch würde sich sonach durch Waldstreuentzug (durch Blätterentnahme) im besten Falle den Holznachwuchs um $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ vermindern, also um $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ Klafter der Ertrag per Jahr sinken, und je nach den Holzpreisen sich auf 30 kr. bis 1 fl. stellen, was selbst mit der Praxis nahe übereinstimmt."

Damit unvereinbar erscheinen die folgenden Sätze, in welchen ein gewisser Rückhalt ausgesprochen wird.

„Hierbei sind freilich die physicalischen Wirkungen des Laubes oder der Nadeln gänzlich ausser Acht gelassen.“

„Wir schlagen sie aber noch höher an, als die chemischen, da wir die letzteren durch die Verwitterung des Bodens für sehr unterstützt halten.“

„Immerhin bleibt zum Schlusse noch zu bedenken, ob durch die Holzentnahme aus den Waldungen ohne Ersatz, den die Blätter (Streu) weitaus nicht geben können — nicht eine allmählige Verschlechterung des Waldbodens eintreten muss, ja nicht schon eingetreten ist, selbst da, wo keine Waldstreu genommen wurde.“

Folgerungen sind:

„1) dass das im Herbst abgefallene Laub oder Nadeln für den Landwirth von geringerem Nutzen als Streu ist, denn die grünen Blatttheile und Aeste von im Saft gefällten Bäumen;

2) dass viel weniger Waldstreuentzug im Herbste, als die Abholzung selbst den Boden erschöpft;

3) dass endlich der jährliche Zuwachsentgang durch Waldstreunutzung — abgesehen von der physicalischen Wirkung auf 1 Tagwerk mit 30 kr. — 1 fl. fast überall annähernd richtig geschätzt ist und

4) der Ersatz der dem Wald entzogenen Pflanzennährstoffe zunächst nur auf dem Wege der Förderung der Verwitterung und der Mineraldüngung überhaupt zu suchen ist.

Die Ansicht des Hrn. Prof. Fraas geht also dahin, dass man dem Walde das abgefallene Laub und die niedergefallenen Nadeln nehmen könne, ohne den Wald wesentlich zu schädigen, neben den zwei schüchternen Andeutungen, es komme auch eine physicalische Eigenthümlichkeit der Waldstreu in Betracht, sind es die chemischen Zahlen, welche als allein entscheidend hingestellt werden.

Es liegt darin ein so offenes Verkennen der Bedeutung der Streu für den Wald, und eine so grosse Gefahr in Folge davon, dass diese Betrachtuugen im Allgemeinen und als massgebend für den Streulaubentzug angenommen werden könnten, dass eine eingehende Betrachtung gewiss am Orte ist

Wir müssen um allgemeiner verständlich zu sein, etwas weiter ausholen.

Unter Boden verstehen wir hier, in engerem Sinne, das verwitterte oder ursprünglich in zertheiltem Zustande abgelagerte Gesteine, in weiterem ist es das Medium, in welches die Pflanzen ihre Wurzeln senden, bei den Wasserlinsen, welche auf dem Wasser schwimmen, das Wasser.

Die Boden sind nun sehr verschieden nach dem Grade der Zerstörung des festen Gesteins, der gröberen wie der feineren Beschaffenheit seiner Gemengtheile und nach der Art und Beschaffenheit dieser selbst, sowohl in physicalischer als chemischer Beziehung.

Die Verwitterung der Gesteinsarten geht in sehr ungleichen Zeiträumen vor sich, der Granit zerfällt langsam zu Kies, der lange den weiteren Einflüssen widersteht, während bei manchen Dioriten noch die Form der Steine sich erhalten hat, wenn sie beim leichten Anstoss zu Erde verfallen.

Grobmassige Bodenarten Geröll, Trümmer sind dem Wachsthume der Pflanzen wenig günstig. Mengen sich ihnen feinerdige Bodentheile ein, so werden sie zu Wald und Wiesenanlage geeignet.

Aehnlich ist es mit dem Kiesboden, der um so werthvoller wird, je mehr feine Erde ihm zugemengt ist. Nehmen wir eine Probe von einer Ackerkrume und schütteln dieselbe in einem Glase mit Wasser um, so erhalten wir bei Stehenlassen drei Schichten.

Zu unterst lagert sich der Kies, dann folgt eine Schicht gleichmässiger feinkörniger Theile, des Sandes und allmählig lagern sich auf diesen, welcher rasch nieder sinkt, die feinerdigen Theile. Dieselbe Scheidung vollzogen die Gewässer der Vorzeit, und im kleineren Maasstabe unsere Flüsse und Bäche.

Da wo dieselben bewegt fliessen, lagern sich Sand, wo sie unbewegt sind, feinerdige Theile ab.

So finden wir weite Strecken sandigen und feinerdigen Bodens.

Für sich ist der Sandboden gleich dem Kies und Geröllboden sehr unfruchtbar. Er bietet den Pflanzen einen

wenig zusagenden Standort, und ernährt dieselben, nur insoweit er aufgeschlossen wird, d. h. in dem Maase, als er der Verwitterung und dadurch der Abgabe von Nährstoffen fähig ist.

Aber auch die feinerdigen Bodenarten sind dem Wachsthum nicht günstig, wenn eine bestimmte Art den Boden ausschliesslich bildet.

Der feinerdigste, der Thon ist in reinem Zustande unfruchtbar, wie das gleiche bei der Kreide statt hat.

Eine gewisse Mengung, ein passendes Verhältniss der Bodenarten unter sich, erscheint als wesentliche Bedingung.

Die dadurch hervorgerufenen Eigenthümlichkeiten können durch die reichlichste Pflanzennahrung nicht ersetzt werden.

Diese sogenannten physicalischen Eigenschaften dienen dazu, den Pflanzen ihren Wohnort zu begründen, und dienen mittelbar zur Ueberführung der Pflanzennahrung in den Pflanzenkörper.

Die Pflanzen bedürfen zu ihrer Ernährung, Bestandtheile der Luft und des Bodens, erstere sind Kohlensäure, Stickstoffverbindungen und Wasser; letztere, die nach dem Verbrennen zurückbleibenden: die Asche.

Wenn wir Holz verbrennen, so geben wir der Luft ihren Antheil zurück, die hinterbleibende Asche gehörte dem Boden an.

Man nahm früher diese Aschen als etwas unwesentliches, gleichsam als zufällig mit eingeschleppt an. Die neuere Zeit hat gelehrt, dass dieselben von grösster Bedeutung für das Wachsthum sind, welches ohne ihre Anwesenheit unmöglich ist.

Es ist eine kleine Anzahl von Stoffen, welche in den verschiedenen Pflanzen aufgefunden werden, und es bedarf eine Pflanzenart mehr des einen, die zweite mehr des andern Stoffes.

Die Bestandtheile, welche in allgemeiner Verbreitung in den Aschen gefunden werden, sind: Kali, Kalk, Talkerde, Eisenoxyd, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kochsalz.

Diese Verbindungen finden sich im Allgemeinen im Boden verbreitet, jedoch in sehr wechselnden Verhältnissen

und die Phosphorsäure z. B. in so geringen Mengen, dass ihre Anwesenheit im Boden lange Zeit übersehen wurde.

Die Erfahrung hat gelehrt, und die chemische Analyse hat es bestätigt, dass diese Stoffe in den Pflanzen nicht geerntet und dem Boden fortdauernd entzogen werden können, dass sich vielmehr an ihren Ersatz das weitere Gedeihen der Pflanzen knüpft.

Die Wirkung der Aschedüngung auf Acker- und Wiesenland gibt den in die Augen springenden Beweis: dass diese Aschenbestandtheile dem Pflanzenwachsthume dienlich sind, und die Wissenschaft weist nach, dass sie im Boden selbst, auf die Dauer nicht ersetzt werden können, dass auch ein reicherer Boden, bei fortwährendem Entzuge, allmählich verarmen müsse.

Zugleich hat man die Erfahrung gemacht, dass die Anwesenheit von Substanzen im Boden, welche eine Vermehrung der Stoffe, welche der Luft entnommen werden können bilden, wie die Anwesenheit einer verweslichen Substanz, eines Pflanzen- oder Thierstoffes, das Wachsthum begünstigen.

Verwesende Pflanzenstoffe, Stroh; Laub u. s. w. geben in Folge ihrer Verwesung hauptsächlich: Kohlensäure, thierische Stoffe: Stickstoffverbindungen zugleich mit den unverbrennlichen Bestandtheilen.

In dem Stallmiste vereinigen sich die Wirkungen verbrennlicher Thierabgänge und Pflanzentheile mit dem Gehalte an Asche; der Stallmist ist der geeigentste Dünger, dessen Verwendung das geringste Nachdenken erfordert.

Der Stallmist ist in nicht zureichenden Mengen zu erzeugen, und hat zur Anwendung von theils ausschliesslich Aschenbestandtheile enthaltenden Dungmitteln: Asche, Äscherig, Gyps, Kalk, theils mehr oder weniger auch stickstoffliefernder, Knochenmehl, Guano, Ammoniaksalze geführt.

v. Liebig hat den Begriff „Mist“ gleichsam wie ein Wort mit vielen Buchstaben in diese einzelnen Buchstaben zerlegt, und dadurch den Grundstein eines jeden möglichen Fortschritts gelegt.

Es ist hier nicht der Ort, dies weiter zu verfolgen.

Es ist: die Bedeutung des Bodens als Wohnstätte der Gewächse, und die Bedeutung der Mineralstoffe gegenüber gehalten, der Schluss berechtigt, dass beide in ihrer Bedeutung gleichwerthig seien, dass die Erfüllung der einen Bedingung allein, für das Gedeihen der Pflanzen nutzlos sei.

Für den Wald ist die Frage, ob und wieviel Mineralstoffe dem Boden entzogen werden, von grosser Bedeutung, und es ist ganz richtig, dass viele Bodenarten auch einen geringen Entzug auf die Dauer nicht ertragen können, ohne dass Ersatz gegeben wird. Es ist diese Frage auch bei der Waldstreu von Bedeutung, aber nicht allein maassgebend. Der Humus, welcher der Waldstreu seinen Ursprung verdankt, ist eine Bodenart und zwar eine Bodenart mit ganz eigenthümlichen Eigenschaften!

In Folge des Wachsthums unserer Bäume fallen Laub und Nadeln periodisch zu Boden, und erleiden dort durch Zutritt von Feuchtigkeit eine allmählige Zersetzung: sie verwesen.

Der Process der Verwesung unterscheidet sich von dem der Fäulniss, dass keine übelriechenden Producte auftreten, wie bei thierischen Körpern, wo Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff sich erzeugen; ihre nächsten Producte sind Kohlensäure und Wasser.

Der in Verwesung begriffene Stoff ist Humus, ein kohlenstoffreicher, vielfach zusammengesetzter Körper, welcher selbst stetig der Verwesung weiter unterliegt.

Humus ist demnach das Erzeugniss der Waldstreu, und kann aus 3 Gesichtspuncten, als Boden, als Quelle von Mineralstoffen, von Kohlensäure und Wasser betrachtet werden.

Um jeden Zweifel, über das was Humus ist, zu beseitigen, wird auf die braune pulverige, lockere Erde hingewiesen, welche sich in hohlen Bäumen findet, hervorgegangen aus der Zersetzung des Holzes und hinzugefallener Reiser und Blätter. Eine eigene Modification desselben ist der Torf (saurer Humus). Der Humusgehalt bedingt die dunkle Farbe der Erdarten, und wird bestimmt, indem man eine gewogene Probe, nach scharfem Austrockenen, glüht;

der Gewichtsverlust gibt die Menge der verbrennlichen Theile, d. h. des Humus an.

Man hat früher, gestützt auf die Wahrnehmung, dass die Gewächse in humusreichem Boden besser gediehen, den Humus geradezu als Pflanzenspeise angesehen. Dieser Ansicht wurden schon Ende des vorigen und Anfangs dieses Jahrhunderts Bedenken entgegen gehalten, so von Davy, Ingenhouss u. A.; allein dieselben wurden so schüchtern ausgesprochen und waren so sehr der herrschenden Meinung entgegen, dass sie ganz unbeachtet blieben.

v. Liebig gebührt das Verdienst, klar und unwiderleglich dargethan zu haben, dass der Humus als Pflanzennahrung nicht angesehen werden könne. Er bewies, dass die Pflanze im Laufe ihres Wachsthumes Humus bildet, dass sie den Gehalt des Bodens an diesem Stoffe bei Wald und Wiese vermehrt, dass die Quelle der verbrennlichen Theile der Pflanzen in der Atmosphäre zu suchen ist, dass Wasser, Kohlensäure und Ammoniak der Luft den Pflanzenkörper aufbauen.

Dem Humus blieb dadurch ein sehr geringer Antheil an der Ernährung der Pflanzen; der Humus gab durch seine Verwesung eine Vermehrung der Kohlensäure und der Stickstoffverbindungen und trug durch seine Aschenbestandtheile zur Ernährung bei.

Mulder versuchte nun den Humus wieder zu Ehren zu bringen, indem er (physiologische Chemie) die Behauptung aufstellte, die Aufnahme des Ammoniaks sei allein in Verbindung desselben mit den Säuren des Humus, die Quelle des Stickstoffs für die Pflanzen, insbesondere für die Culturpflanzen.

Zur Unterstützung dieser Ansicht stellte Mulder Vergleiche an, zwischen der Vegetation des Marschbodens und Flugsandes, Vergleichsobjecte, welche nicht unpassender gewählt sein könnten.

Ich habe bereits im Jahre 1858 diesen Gegenstand einer Betrachtung unterworfen*), und durch die Vegetation des Löss, wo ein humusleerer Boden, Weinreben, Kirsch-

*) Regensburger botanische Zeitschrift, Flora, 1858 Nr. 2.

bäume, Wallnussbäume, Esparsette, Luzerne, und die übrigen Culturgewächse erzeugt, nachgewiesen, dass der Vergleich nicht anwendbar, und Mulders Ansicht nicht richtig sein könne.

Der Humus in seiner Bedeutung als Nähr-Stoffe liefernd hat eine untergeordnete Bedeutung. Im Allgemeinen kann man sagen, dass er entbehrlich ist, wenn bestimmte Verhältnisse im Boden sich finden — unterstützen wird jedoch derselbe immer das Pflanzenwachsthum, durch Abgabe anorganischer und organischer Nährstoffe, und daher auf verschiedenen Bodenarten, je nachdem sie reicher oder ärmer sind, als Pflanzennährstoffe liefernd, mehr oder weniger nützlich sein.

Wenn demnach der Boden eine solche Zusammensetzung hat, dass das Product der fortschreitenden Verwitterung desselben hinreicht, um vollständigen Ersatz für das Entzogene zu geben, oder, wenn er in seiner ganzen Masse so reich an Nährstoffen der Pflanzen ist, dass eine Erschöpfung durch Streuwegnahme nicht eintreten kann, so würde der Streunutzung, wenn nur die chemischen Beziehungen im Auge behalten werden, Nichts entgegenzustellen sein.

Allein in der That stellt sich die Frage ganz anders: Der Humus ist nicht nur ein Düngestoff, sondern auch eine Bodenart, und zwar eine solche von ganz besonderen Eigenthümlichkeiten, die einzige, welche wir ohne grosse Kosten dem Boden, welchen wir besitzen, einverleiben können.

Der Humus verbessert die Beschaffenheit des Bodens in physicalischer Hinsicht, allein er ist durchaus nicht das einzige Mittel eine solche Besserung herbeizuführen.

Von Liebig sagt: „die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels, welchen der Thon durch Brennen erleidet, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in Mineralanalysen an manchen Thonsilikaten gemacht.“

„Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie zum Glühen und Schmelzen erhitzt.“

„Zu diesen gehört der Töpferthon, Pfeifenthon, der Lehm und verschiedene in der Ackerkrume enthaltene Modificationen des Thons."

„Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muss der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure, er muss für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwickelung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen darin in einem Zustande enthalten sein, der sie fähig macht in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thone, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Glühhitze."

von Liebig sah einen Garten in England, dessen Boden aus steifem Thone bestand, durch blosses Brennen von der grössten Sterilität zur höchsten Fruchtbarkeit übergehen. „Es war, da die Operation bis zu einer Tiefe von 3 Fuss vorgenommen wurde, ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht."

Es knüpft sich daran zum Theil auch das bei Hackwaldungen übliche Brennen der humusreicheren Bodenschicht, also die Zerstörung des Humus zu Gunsten einer Umänderung der physicalischen Beschaffenheit. Allein bei diesem Brennen ist der entscheidendere Grund: was im Laufe der Zeit vom Humus an Aschenbestandtheilen erspart und aufgehäuft wurde, wird durch Brennen zur nächsten Verwendung fähig.

Der Krume wird dadurch, auf diesen armen Bodenarten, eine so grosse Menge von Aschenbestandtheilen gegeben dass Cerealien gedeihen, und auch jüngerer Waldsaat oder Pflanzung reichliche Nahrung geboten wird, weil auch deren Wurzeln sich zunächst in dieser nun reichen, zudem jedem Regen, durch die Lockerung, zugänglichen Schicht, entwickeln.

Der schwere Thonboden wird wesentlich durch Ueberführen mit Sand gebessert, und da wo wechselnde Lagen von Thon und Sand sich finden, können auch wohl grössere Strecken, durch tiefe Bearbeitung und Mengen der verschiedenartigen Lagen ohne grosse Kosten wesentlich verbessert

werden. Im Allgemeinen sind die Verhältnisse nicht so günstig.

Humus aber kann dem Waldboden einverleibt werden, ohne Kosten und Arbeiten, durch das Wachsthum der Pflanzen selbst.

Der Humus erscheint, wie gesagt, als eine schwarzbraune, leichte und lockere pulverige Substanz, als die leichteste der Bodenarten, begabt mit einer ausserordentlich grossen wasserhaltenden Kraft. Das Wasser wird kräftig von ihm angezogen und die Nährstoffe der Pflanzen aus Atmosphäre und Boden aufgenommen und festgehalten. Seine wärmehaltende Kraft ist gering, doch bildet er selbst eine Wärmequelle durch die fortschreitende Verwesung.

Der Thonboden ist bindig, undurchlassend für Wasser, wenn er einmal damit gesättigt ist, und hält das aufgenommene mit grosser Hartnäckigkeit zurück. Die Pflanzenwurzeln können sich nicht verbreiten, und der Zutritt der Stoffe aus der Luft ist erschwert. Bei trockenem Wetter bildet sich eine steinharte Kruste, welche erst langsam wieder vom Regen durchdrungen wird.

Man nennt Thonboden kalten Boden, weil sichtlich das Wachsthum der Pflanzen in ihm verlangsamt wird. Das Ackerland des Thonbodens erfordert bekanntlich eine ganz besonders sorgsame Bearbeitung.

Der Sand ist der Gegensatz des Thones, locker, durchlassend, leicht vom Wasser durchdringlich, und das aufgenommene leicht wieder abgebend, und wird dabei wegen seines geringen Zusammenhanges leicht von Regengüssen seiner feinerdigen Bestandtheile beraubt.

Wird dem Thone Humus einverleibt, so wird der Boden lockerer, er nimmt leichter Wasser auf, und gibt es in Folge seiner Porosität auch leichter wieder ab, er gestattet den Pflanzenwurzeln sich zu verbreiten, vermittelt den Zutritt der Luft und verhindert die Bildung der festen Krusten auf der Oberfläche.

Dem Sande gibt der Humus dagegen durch seine feinerdige Substanz eine grössere Gebundenheit, verhindert das Auswaschen feinerdiger Theile und seine Anziehungskraft für das Wasser und seine wasserhaltende Kraft wirken sehr günstig.

Das gleiche Verhältniss hat statt bei dem Kies, Geröll und Kalkboden, bei allen wird durch Humus eine grössere Bindung, bei ersteren ein Schutz gegen das Abschwemmen der werthvollsten Theile, nnd bei allen ein günstigeres Verhältniss dem Wasser gegenüber hergestellt.

Nur manche Mergel- und Schwemmböden erscheinen in ihrer Masse von so günstiger Zusammensetzung, dass dieselbe durch Humus nicht verbessert wird.

Die Bodenarten, welche dem Walde zugewiesen sind, gehören in der Regel solchen Bodenarten nicht an.

Wenn auf ärmerem Boden Wald erwächst, so häufen die Bäume allmählich Humus auf, welcher eine Decke über den Boden bildet. Mit grösster Sorgsamkeit erhält diese alle Stoffe, welche dem Pflanzenwachsthume dienen können. Regenwasser über armes Feld hinströmend, macht es noch ärmer, es führt immer Schwemmerde mit und ist zur Wässerung geeignet; das dem Walde entfliessende bringt deren keine, in dem Humus verschwindet das Wasser zum grossen Theile, und die eigenthümliche Porosität des Humus gestattet nicht, dass Erdtheilchen weggeschwemmt werden.

Man sagt, der Wald bereichert den Boden. Diese Bereicherung wird bedingt, einmal durch die geringeren Mengen an mineralischen Nährstoffen, welche im Vergleiche mit dem Ackerlande von den Pflanzen beansprucht werden und dadurch, dass der Humus den Entzug der Pflanzennährstoffe durch Wasser verhindert. Der abgeholzte Wald hinterlässt einen Boden, in welchem alle Culturgewächse gedeihen, selbst da, wo vordem eine Einöde gewesen ist,

Es geht daraus hervor:

Die Frage der Laubstreunützung ist kein Kapitel der modernen Lehre von Erschöpfung und Ersatz.

Die Lehren von Erschöpfung und Ersatz, mit Rücksicht auf die Waldstreu angewendet, sind keine Leuchte, wie sie die Theorie ja sein soll.

Die Frage, ob bei Waldstreunützung Ersatz der mineralischen Nährstoffe gegeben werden müsse, ist als eine Frage für sich zu betrachten, aber nicht als eine, die Bedeutung des Streulaubes für den Wald selbst einschliessende, und es folgt daraus, dass man die Erschöp-

fung des Bodens durch Waldstreunutzung nicht einseitig nach den Mengen der in der Waldstreu enthaltenen Mineralstoffe suchen dürfe, dass man bei der Berechnung des Zuwachsentganges des Waldes durch die Waldstreunutzung sich in keinem Falle auf die in Folge der Analysen aufgefundenen Zahlen für die Grösse des Entzugs der Mineralstoffe stützen dürfe, und dass an die Stelle der dem Wald an Laub genommenen Bestandtheile, ein Ersatz durch Mineraldüngung nicht gegeben werden kann.

Wir können dagegen sagen:

1) Der Humus ist nicht absolut zu dem Gedeihen des Waldes nothwendig.

Da wo ein reicherer Boden und grössere Feuchtigkeit in ihren Bedingungen für das Wachsthum sich vereinigen, hängt dasselbe nicht mehr vom Humusgehalt ab.

Wir sehen z. B. in dem Thälchen des Löss an der Bergstrasse, aber nur auf der Nordseite, wo die Verdunstung des Wassers langsamer geschieht, so vollkommene Buchen, so schön und mächtig sich erheben, als auf der begünstigsten Bodenart, dem humosen Alluv der Rheinebene, wenn die Schicht des Humus, entstanden aus dem verwesenden Moos und Gras, nur einige Linien beträgt und auf diese der weisse, kreidige, humusleere Löss folgt.

2) die Mineralstoffe des Bodens, ohne grösseren Feuchtigkeitsgehalt desselben, haben ein vollkommenes Gedeihen der Bäume nicht zur Folge.

Wenn wir in der Lössregion der Bergstrasse in ungeschlossenen, gegen Süden oder Westen exponirten Wald kommen, wenn wir die Hügel, welche von östlicher nach westlicher Richtung auslaufen, überschreiten, so finden wir auf der mittäglichen Seite eine sichtbare Beschränkung des Wachsthumes der Bäume, in Folge der grösseren Trockene, und der mangelnden Blattdecke, welche an diesen steilen Hängen von den Winden verweht wird, und ebenso sind auf dem Diluvialsande (Flugsande der Rheinebene) die Flächen am wenigsten der Emporbringung des Waldes günstig, welche reicher an Kalk sind, und wo in der Masse sich eigenthümliche, wurzelähnliche Kalkconcretionen (welche

sicher auch nicht phosphorsäurearm sind), sogenannte „Kniebrech“ finden, denn der Kalk vermehrt die Dürre des Bodens.

3) Der Humus trägt zur Ernährung der Waldbäume als Nahrungsstoffe liefernd selbst wenig bei.

Auf dem Lössboden, dem Urgebirgs-Sand und Sandsteinboden kann man sich leicht bei Aufgrabungen überzeugen, dass die Wurzeln der Bäume in der Regel kaum in der Schichte entwickelt sind, in welcher Humus sich findet. Der Humus bildet meist nur eine dünne Decke von einigen Zollen, wenn er fusstief der Krume eingemengt, so ist dies auf diesen Bodenarten schon eine besonders reiche Aufspeicherung; und daraus folgt:

4) die Wirksamkeit des Humus zur Unterstützung des Wachsthumes der Bäume liegt darin, dass er eine Decke über den Boden bildet, welche hauptsächlich die Feuchtigkeit des Bodens erhält und die Zufuhr des Wassers begünstigt.

Wenn wir bei Regengüssen den geschlossenen, mit Humusdecke versehenen Wald betreten, so können wir leicht wahrnehmen, wie das Wasser des Regens im Boden verschwindet, aufgesaugt vom Humus, im Abfliessen gehindert, durch die Millionen kleiner Widerstände, welche das verwesende Laub, durch Theilung und Anziehung der getheilten Masse an seiner Oberfläche ausübt. Daher kommt es, dass dem Walde kein Wasser, selbst bei abschüssiger Lage entfliesst, kommen wir dagegen auf eine gleiche Fläche ohne Humusdecke, so sehen wir die fallenden Regentropfen zu Strömchen vereinigt abfliessen und wir wissen, dass in manchen Gegenden dieselben von grösseren Gebirgsflächen vereinigt, Zerstörung weithin durch die Thäler tragen, während das im humusreichen Grunde versinkende Regenwasser als Quelle zu Tag tretend zum Segen wird.

Der Humus gleicht auf dürrem Boden dem Gärtner, welcher seine Pflanzen sorglich begiesst; und er hat die Pflicht der Nährer der Quellen, der Erhalter der Feuchtigkeit der Luft zu sein. Nur wohlgepflegte Waldungen entsprechen diesem Zwecke, der Wald, wo hier und da ein

ästiger Busch, dort wieder ein Baum steht, wo überall der Boden der Sonne, dem Winde preisgegeben, kann diesen Zweck nicht erfüllen.

5) der Humus erhält dem Boden die vorhandenen und im Laufe der Zeit durch die Verwitterung frei werdenden Aschenbestandtheile der Pflanzen*).

Um dies zu belegen, bedarf es einer Betrachtung über den Werth des zur Wässerung der Wiesen dienenden Wassers.

Wasser, welches dem Walde bei heftigem Regenwetter entfliesst, hat einen sehr geringen Werth zur Wässerung, weil ihm die aufgeschwemmten Erdtheilchen von Laub, Moos und Gras sogleich wieder entzogen werden.

Das Wasser, dem Ackerlande abfliessend, hat nach der Beschaffenheit des Feldes einen ungleichen, aber immer weit höheren Werth zur Wässerung als das aus dem Walde kommende.

Kommt es von reich gedüngten oder an sich fruchtbaren Boden besitzenden Aeckern, so ist es höchst werthvoll zur Wässerung der Wiesen.

Es werden dem Ackerlande die werthvollsten feinerdigsten Theile genommen, und solche Bodenarten, welche leicht auswaschbar sind, wie Sand und Kies, erleiden dadurch sehr wesentliche Verluste.

Wenn alles dies zusammengenommen wird, so erscheint es höchst einseitig und unberechtigt, die Bedeutung der

---

*) Ich bedaure, dass mir keine Versuche über die Kraft, mit welcher die verschiedenen Bodenarten das Wasser aus der Luft anziehen, bekannt sind. Jedenfalls besitzt Humus dieselbe in hohem Grade.

Nach den Versuchen von Babo's ist die Anziehung des Wasserdampfs durch Ackererde aus der feuchten Luft so mächtig, als die der Substanz, welche die grösste Wasser anziehende Kraft besitzt, der concentrirten Schwefelsäure.

Bei einer Temperatur von 30 – 40 °C. getrocknete Ackererde, in eine Flasche mit Luft, welche bei 20 °C. vollkommen mit Wasserdampf gesättigt ist, gebracht, hat nach Verlauf von wenigen Minuten den Wasserdampf so angezogen, dass bei einer Abkühlung bis zu einem Kältegrad von 8—10 ° Cels. dieselbe keinen Thau mehr absetzt.

Waldstreu an den Entzug der Aschenbestandtheile zu knüpfen und nur so leichthin, nachdem auf diese selbst Werthsberechnungen für den Zuwachs von Gulden und Kreuzern gemacht sind, auch von einer physicalischen Bedeutung zu sprechen.

Der Werth des Humus für den Wald ist ein viel höherer, der der Aschenbestandtheile desselben ist nur ein Theil des Gesammtwerthes.

Die Erfahrung lehrt, dass aber auch die Aschenbestandtheile allein in Betracht gezogen, auf vielen Waldflächen die Streuwegnahme ein Zurückgehen des Waldes zur Folge gehabt*).

Der Fall der Bodenerschöpfung durch Holzwegnahme, soweit, dass das Gedeihen der folgenden Bäume beeinträchtigt wird, ist wohl möglich, scheint aber der Erfahrung nach selten vorzukommen. Die weite Verbreitung der Wurzeln im Boden und die im Vergleiche mit dem Ackerlande immerhin geringen Mengen von Aschenbestandtheilen sprechen ebenfalls dafür.

Mit Zugrundlegung der Zahlen, welche Stöckhardt für 1000 Theile Holz, Stammholz, Astholz, Reisig in dem Verhältnisse, wie es dem Walde entnommen und den Angaben von Jäger über den Holzertrag vom Morgen berechnet ergeben sich folgende Mengen:

Kiefernwald, Erbacher Stadtwald,		10,137	Cbkf. hess.
85jährig. Alter,	Durchforst.	1,101	„ „
		11,238	Cbkf. hess.
Buchenwald,	Forst Reichenberg,	6,532	„ „
100jährig. Alter,	Durchforst.	500	„ „
		7,032	Cbkf. hess.

*) Es ist keineswegs beabsichtigt, die Streunutzung als unbedingt unzulässig zu bezeichnen, die Verhältnisse des Bodens u. s. w. sind hier entscheidend, nur müssen bei der Abgabe dieselben gründlich geprüft werden.

Von einem Forstmann ging mir nachstehender Satz zu, mit welchem ich vollkommen einverstanden mich erkläre:

„Wenn die Streuernte periodisch nothwendig ist, so muss sie im Herbste vor dem Schneefall stattfinden, und sich auf die Wegnahme des jüngsten, losen, noch nicht verwesten Laubes beschränken."

Es werden entzogen:

	Kiefernwald.	Buchenwald.	Weizen.	Klee.	Wiese.
jährl.	139 Cbkf.	79 Cbkf.	1000 Pfd. Körner u. 2600 Pf. Stroh	4000 Pfd.	3000 Pfd.
Phosphorsäure	1	2 1/5	16	22	18
Alcalien	2	3 1/5	24	80	51
Kalk u. Talkerde	8	11	12	80	24
Kieselsäure	1	2 1/5	70	8	60

Die erste Bedingung des Gedeihens des Waldes ist immer die Anwesenheit der Aschenbestandtheile im Boden, aber gleich danach kömmt die physicalische Beschaffenheit des Bodens, ohne welche jene nicht zur Wirksamkeit gelangen. Bei der Bedeutung der Frage, wird es wohl am Orte sein, noch einen kurzen Ueberblick auf ein bestimmtes Gebiet zu geben, um noch einige Waldbilder, wie sie Fraas genannt hat, zu entrollen. Zwischen Rhein, Main und Neckar ist Gelegenheit gegeben, in grösserer Ausdehnung Waldungen zu beobachten, bei welchen die Bodenart verschieden ist*).

Vom Rheine ostwärts wechselt fünfmal die Bodenart, vom aufgeschwemmten thonigen Boden zum Sande der Dünen, zum Löss, Urgebirg und bunten Sandstein.

Die Wälder des aufgeschwemmten thonigen Bodens der Rheinfläche sind besonders schön. Der reiche Boden bringt die Bäume, vereinigt mit der günstigen physicalischen Beschaffenheit, zur reichsten Entwicklung und in Folge dessen auch zu grosser Humusanhäufung, und wenn wir diesen Humusreichthum allein beachteten, so wäre leichthin zu folgern, derselbe sei die Ursache der kräftigen Entwicklung, während er nur Folge ist, und grade hier entbehrlicher erscheint wenn der Boden nicht zu thonreich ist, und daher keiner Lockerung durch den Humus bedarf.

Die Wälder des Sandbodens zeigen sich ganz wesentlich verschieden, verschieden bedingt durch den grossen Unterschied der beiden Bodenarten in physicalischer und chemischer Beziehung.

*) Ausführliches in meiner Schrift: Verbreitung und Wachsthum der Pflanzen in ihrem Verhältnisse zum Boden, Darmstadt 1859.

Der herrschende Baum ist die Kiefer. Auf dem armen Boden erwächst allmählig der Wald und erzeugt im geschlossenen Stande eine Decke von Humus. Wenn einzelne Bäume und Büsche umher stehen, zeigen sie schlechtes Wachsthum. Der Boden bleibt arm wie vorher, dem Lichte und dem Winde ausgesetzt, erhält er keine Decke und jeder Regen wäscht den armen Sand ärmer. Wo aber der Humus den Boden deckt, da erwachsen die Kiefern kräftig, und wenn der Wald schliesslich abgeholzt wird, bleibt ein Boden, welcher leicht wieder Wald emporbringt und auf welchem alle Culturgewächse für einige Zeit günstiges Gedeihen finden.

Neben der überwiegend physikalischen Bedeutung des Humus für den Sandboden, sind auch die chemischen Wirkungen wohl anzuschlagen und das Wegnehmen der Waldstreu wird dem armen Boden auch Aschenbestandtheile entziehen, welche nicht ersetzt werden.

Auf dem Gebiete des Löss ist es wesentlich die physicalische Bedeutung; auf dieser, an Mineralstoffen so reichen Bodenart, kümmern die Bäume, wenn ohne Humusdecke in ungeschlossenem Stande, den Sonnenstrahlen und den Winden der Boden preisgegeben ist. In den letzten trockenen Sommern sind viele Buchen abständig geworden, weil die Feuchtigkeit nicht genügte das Leben zu fristen und keine Laubdecke das fallende Wasser sammeln konnte. Aus gleicher Ursache sind auf dem Ackerlande viele Kirschbäume im besten Alter zu Grund gegangen, wie dies leicht an allen Orten, längs der Bergstrasse, beobachtet werden kann.

Bei dem Urgebirge und bunten Sandsteine erscheinen beide: chemische und physicalische Bedeutung wichtig, bei dem Sandsteine selbst die chemischen vorwiegend. Die physikalische Beschaffenheit vieler Bodenarten des Urgebirges und bunten Sandsteins sind ähnlich und stehen selbst denen der thonigen Bodenarten der Rheinebene nahe; allein sie unterscheiden sich wesentlich durch ihre Fruchtbarkeit, welche durch den grösseren oder geringeren Gehalt an mineralischen Nährstoffen bedingt wird.

Im Urgebirge gehörte längere, im Sandsteingebiete kürzere Zeit dazu, durch fortgesetzte Streunutzung die Buchen

gipfeldürr zu machen. Die früher dort in ausgedehntem Maasse stattgehabte Streunutzung hat die Wälder zerstört und Tausende von Morgen Buchenwald mussten in Kiefernwald umgewandelt werden*). Aber im Gebiete des bunten Sandsteins versagt auch die Kiefer.

Es gibt dort genug Bestände vom 15—18jährigem Alter, welche noch nicht Manneshöhe erreicht haben. Die Kiefern nämlich, welche an die Stelle der Buchen getreten sind, fangen bei fortdauerndem Streuentzuge zu kränkeln an. Der Kiefernwald wird abgetrieben, neu eingesäet, nach 3 Jahren eine Gras-, Moos- und Heidenutzung zur Streu vorgenommen und dann werden die kränkelnden Kiefern ihrem Geschicke überlassen.

Hier haben wir offenbar vorwiegend die Mineralstoffe, was dem Boden an diesen seit Jahrzehnten entzogen ward, das ist nicht ersetzbar (durch Verwitterung) in der Zeit und das ist ein wahrer Raub zu Gunsten des Ackerlandes. Mass man doch vor nicht langer Zeit — als die Zeichen der Verwüstung noch nicht dem blöden Auge geschrieben standen — den Wohlstand dort — nicht nach dem Besitz der Aecker — sondern nach dem des zur Plünderung, zu Gunsten der Aecker noch geeigneten Waldlandes. Das ist freilich jetzt anders geworden, nachdem die Möglichkeit der Plünderung ein Ende fand. Wir könnten noch viele Beispiele anführen, aber wir glauben auf weitere Einzelheiten verzichten zu müssen.

Die Ansicht des Herrn Professor Fraas, dass die Frage der Waldstreunutzung ein Capitel der modernen Lehre von Erschöpfung und Ersatz sei, und die Folgerungen, welche eine solche einseitige Auffassung in ihrem Gefolge haben, werden durch das Gesagte als unberechtigt nachgewiesen sein.

Das, was Veranlassung zu dieser Arbeit gegeben hat, das ist die grosse volkswirthschaftliche Bedeutung der Frage und die Gefahr, welche im Gefolge der Waldstreunutzung, die ja schon seit Jahren Gegenstand des Streites zwischen den Forstwirthen, welche ihre Pflicht vergessen, wenn sie

---

*) Verbreitung und Wachsthum der Pflanzen v. Hanstein. S. 88, ebendaselbst S. 105, 106, 107.

dieselbe preisgeben und der Bevölkerung, welche sie ihren Aeckern zuführen möchte, besteht.

Wenn wissenschaftlich nachgewiesen wird, das dürre Laub sei von keiner oder nur geringer Bedeutung für den Wald, so liegt darin eine grosse Gefahr, weil nur zu gerne Gründe angenommen werden, deren Resultate wohlgefällig sind.

Diese Gefahr zu heben, oder in ihrer Wirkung zu mindern, zu überzeugen oder wenigstens bedenklich zu machen, dazu sind diese Auseinandersetzungen gegeben, darum ist es als Pflicht erkannt worden, den Ansichten, wie solche Herr Professor Fraas hegt, entgegenzutreten und deren Unrichtigkeit zu beweisen.

Zwingenberg an der Bergstrasse, Februar 1863.